

UNIVERSIDADE DO VALE DO ITAJAÍ
ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO
JOÃO VITOR SPECHT KOGUT
NICOLE MIGLIORINI MAGAGNIN

LABORATÓRIO ELETRÔNICA BÁSICA – M2

Relatório apresentado como requisito parcial para a obtenção da M2 da disciplina de Eletrônica básica do curso de Engenharia de Computação pela Universidade do Vale do Itajaí da Escola do Mar, Ciência e Tecnologia.

Prof. Walter Antonio Gontijo

OBJETIVOS

- Avaliar o funcionamento do transistor bipolar.
- Verificar o funcionamento do TBJ como chave.
- Verificar o funcionamento de circuitos de polarização DC.
- Avaliar o funcionamento do TBJ como amplificador.

EXPERIMENTOS

- 1) Meça com o multímetro as tensões “DC” da bancada/fonte e anote seus valores mínimo e máximo.

Valor mínimo: 1.2 V

Valor máximo: 21.1 V

- 2) Antes do experimento meça com o multímetro o Beta dos transistores e os resistores utilizados.

Componente	Valor teórico	Valor mensurado
Transistor BC548B	$90 < B < 450$	468
Resistor 10k Ω	10k Ω	9,41k Ω
Resistor 1k Ω	1k Ω	0,95 Ω
Resistor 560 Ω	560 Ω	540 Ω
Resistor 220 Ω	220 Ω	204 Ω
Resistor 680 Ω	680 Ω	673 Ω
Resistor 2.2k Ω	2.2k Ω	2.1k Ω
Resistor 470k Ω	470k Ω	471k Ω
Resistor 22k Ω	22k Ω	19k Ω
Resistor 3.3k Ω	3.3k Ω	3k Ω

Tabela 1

- 3) Monte o circuito apresentado, varie a tensão V_i (V_3 mostrada na figura), meça V_B , V_C , V_E e preencha a tabela. Faça uma comparação entre os valores obtidos no experimento e os teóricos.

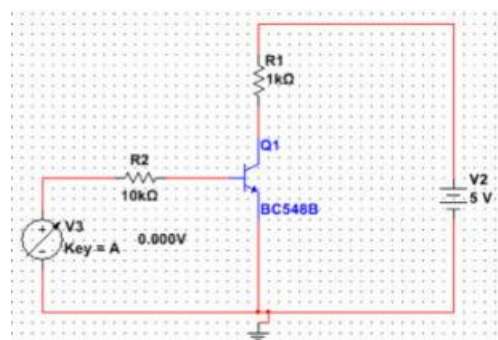


Figura 1 - Circuito 3 proposto

$V_i(V)$	V_B	V_C	V_E	R_{op}
0	0 V	5 V	0 V	Corte
5	0,7 V	5 V	0 V	Saturação

CÁLCULOS

P/ vi = 0

$$Vi - IB * RB - VBE = 0$$

$$0 - IB * 10000 - 0,7 = 0$$

$$- 10000IB = 0,7$$

$$IB = \frac{0,7}{-10000}$$

$$IB = - 70\mu A$$

$$IC = 468 * - 70\mu A = - 32mA$$

$$IE = 469 * - 70\mu A = - 33mA$$

$$VB = VBE - VE$$

$$VE = 0$$

$$VB = 0,7 - 0$$

$$VB = 0,7 V$$

$$VC = 5 V$$

P/ Vi = 5

$$Vi - IB * RB - VBE = 0$$

$$5 - IB * 10000 - 0,7 = 0$$

$$- 10000IB = 0,7 - 5$$

$$IB = \frac{-4,3}{-10000}$$

$$IB = 430\mu A$$

$$IC = 468 * 430\mu A = 200 mA$$

$$IE = 469 * 430\mu A = 200 mA$$

$$VB = VCC - IB*RB$$

$$VB = 0,7$$

$$VB = 0,7 V$$

$$VC = 5$$

$$VE = 0$$

$$I_C \text{ saturação} = \frac{V_{CC}}{R_C} = 5 \text{ mA}$$

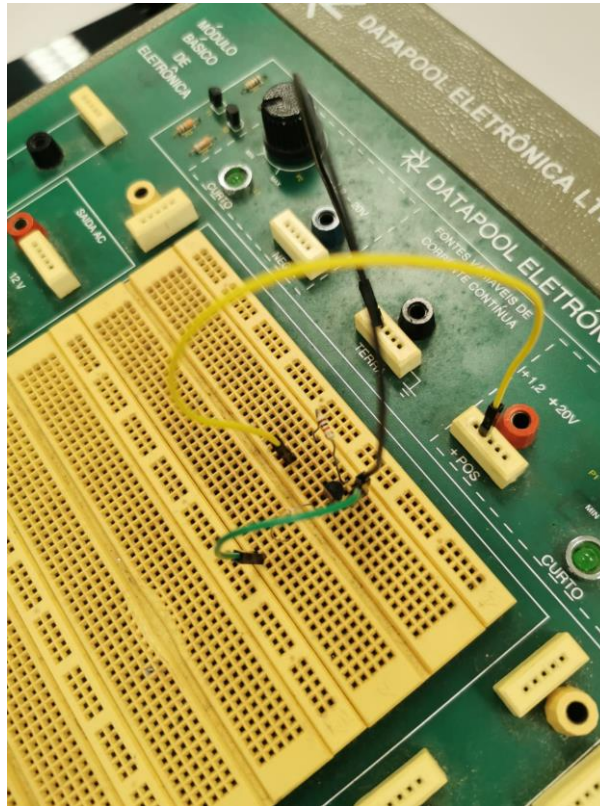


Figura 2 – Circuito projetado

RESULTADOS:

Vi(V)	VB	VC	VE	R_op
0	0 V	4,96 V	0 V	Corte
5	4,23 V	0,04 V	0 V	Saturação

Os resultados práticos foram compatíveis com os valores calculados e com a teoria esperada, uma vez que com um V_i de zero e um transistor NPN é esperada uma operação de corte, assim como com o $V_i = 5$ em um $V_{CC} = 5$, o circuito deveria saturar.

4) Monte os circuitos de polarização “D C” e meça as tensões V_B , V_E e V_C , para cada valor de R_C (R_2 na figura). De posse dessas tensões calcule as correntes I_B , I_C e I_E . Faça uma comparação entre os valores obtidos no experimento e os teóricos.

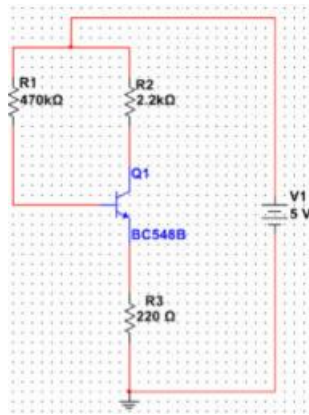


Figura 3 - Circuito proposto

RC	VB	VE	VC	IB	IC	IE	R_op
2k2	1,23 V	0,53 V	0 V	8,02 μ A	2,4 mA	2,41 mA	Saturação
220	1,23 V	0,53 V	4,47 V	8,02 μ A	2,4 mA	2,41 mA	Ativa
560	1,23 V	0,53 V	3,653 V	8,02 μ A	2,4 mA	2,41 mA	Ativa
680	1,23 V	0,53 V	3,37 V	8,02 μ A	2,4 mA	2,41 mA	Ativa

CÁLCULOS

$$P/RC = 2k2$$

$$VCC - IB * RB - VBE - IE * RE = 0$$

$$IB = (VCC - VBE) / (RB + (1 + \beta) * RE)$$

$$= (5 - 0,7) / (470000 + (1 + 300) * 220) = 8,02 \mu A$$

$$VB = VCC - IB * 470000 = 1,23 V$$

$$IC = 300 * 8,02 \mu A = 2,4 mA$$

$$VC = VCC - IC * RC$$

$$VC = 5 - 2,4 mA * 2200 = 0 V$$

$$IE = (1 + \beta) * IB = 301 * 8,02 \mu A$$

$$IE = 2,41 mA$$

$$VE = VB - VBE = 1,23 - 0,7 = 0,53 V$$

$$\frac{VCC}{RC} = 2,27 mA$$

$$P/RC = 220$$

$$VC = 5 - IC * RC$$

$$VC = 5 - 2,4 \text{ mA} * 220 = 4,47 \text{ V}$$

$$\frac{VCC}{RC} = 0,03 \text{ A}$$

$$P/RC = 560$$

$$VC = 5 - 2,4 \text{ mA} * 560 = 3,653 \text{ V}$$

$$\frac{VCC}{RC} = 8,9 \text{ mA}$$

$$P/RC = 680$$

$$VC = 5 - 2,4 \text{ mA} * 680 = 3,37 \text{ V}$$

$$\frac{VCC}{RC} = 7,3 \text{ mA}$$

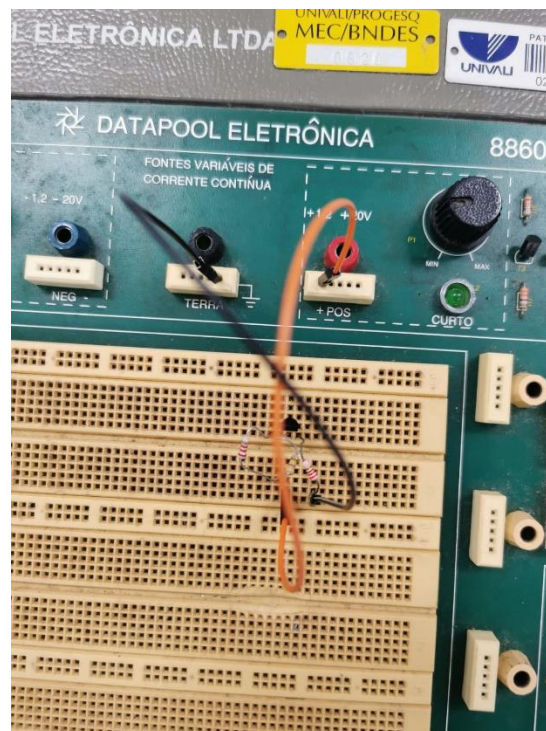


Figura 4 - Circuito projetado

IB, IC E IE com valores experimentais:

$$I_B = \frac{(V_{CC} - V_{BE})}{(R_B + (1 + \beta) * R_E)} = \frac{(5 - 0,7)}{(470000 + (1 + 468) * 220)} = 7,5\mu A$$

$$I_C = 468 * 7,5\mu A = 3,5mA$$

$$I_E = 469 * 7,5\mu A = 3,52mA$$

RESULTADOS:

RC	VB	VE	VC	IB	IC	IE	R_op
2k2	1,08 V	0,43 V	0,59 V	8 μ A	3,5mA	3,52 mA	Saturação
220	1,12 V	0,53 V	4,40 V	8 μ A	3,5mA	3,52 mA	Ativa
560	1,12 V	0,53 V	3,57 V	8 μ A	3,5mA	3,52 mA	Ativa
680	1,12 V	0,53 V	3,27 V	8 μ A	3,5mA	3,52 mA	Ativa

5) Verifique a calibração do scope (frequência de 1kHz e amplitude dada no aparelho).

6) Conecte a saída do gerador de funções ao Scope. Ajuste o gerador e meça no Scope um sinal senoidal de 50mV de pico e frequência de 1kHz.

7) Monte o circuito amplificador e meça as tensões VB, VE e VC. Obtenha o ganho de tensão (A_v) teórico para as duas condições do circuito (chave S1 aberta e fechada). Ajuste o gerador (XFG1) para um sinal senoidal de 50mV de pico e frequência de 1kHz, meça com o Scope Vi e Vo e apresente as formas de onda. Faça uma comparação entre os valores obtidos no experimento e os teóricos. Obs: O transistor Q1 é um BC548

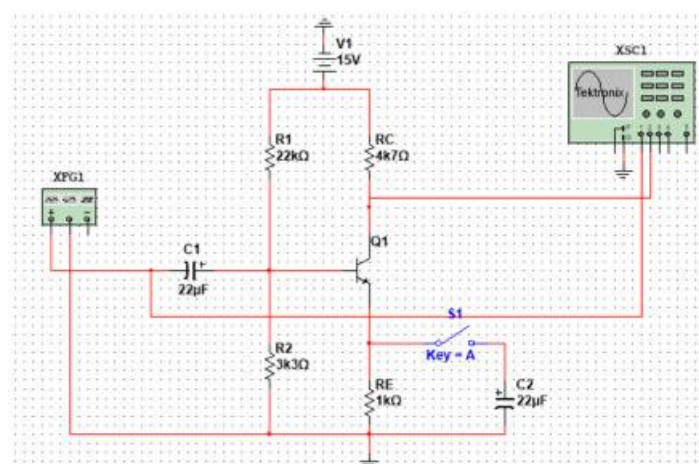


Figura 5 - Circuito proposto

CÁLCULOS

$$IR1 = IR2$$

$$IR1 = \frac{VCC}{(R1 + R2)} * VB - IR1 * R1$$

$$IR1 = \frac{15}{22k + 4k7} * VB - IR1 * 22k$$

$$IR1 = \frac{V}{R} = \frac{15}{22k + 3k3} = 0,6 \text{ mA}$$

$$VB = VCC - 0,6 \text{ mA} * 22k$$

$$VB = 1,8 \text{ V}$$

$$VE = VB - VBE$$

$$VE = 1,8 - 0,7 = 1,1 \text{ V}$$

$$B > 100 \text{ então } IE \cong IC$$

$$VCE = VCC - IC * (RC + RE)$$

$$\text{Ou } VC = VCC - IE * RC$$

$$IE = \frac{VE}{RE} = \frac{1,1}{1000} = 1,1 \text{ mA}$$

$$VC = 15 - 1,1 \text{ mA} * 4700$$

$$VC = 9,38 \text{ V}$$

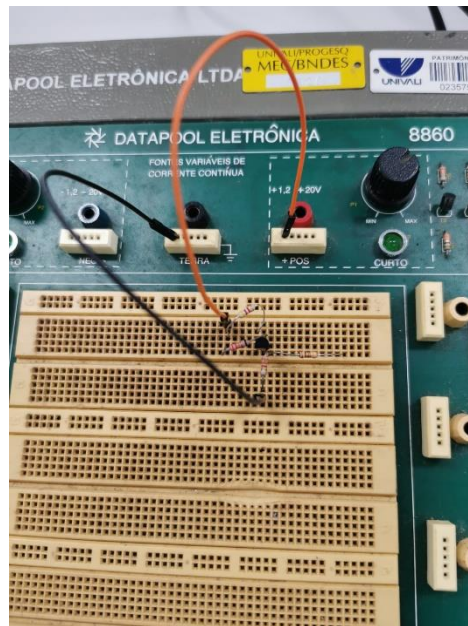


Figura 6 - Circuito projetado

RESULTADOS E COMPARAÇÃO:

Componente	Valor Calculado	Valor Experimental
VB	1,8 V	1,9 V
VC	9,38 V	14 V
VE	1,1 V	1,5 V

DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Os resultados obtidos via experimentos foram satisfatórios, tornando-se extremamente aproximados aos experimentais, além do comportamento dos circuitos ter sido o esperado. As pequenas diferenças de valor obtidas, devem-se principalmente pela diferença entre os componentes práticos e teóricos (descritos em tabela 1).

Os experimentos foram de extrema importância para a consolidação dos conhecimentos adquiridos em sala durante a M2 da disciplina de Eletrônica Básica onde foram tratados transistores bipolares, seus cálculos, teoria e prática.